

# Konventioneller, integrierter oder organischer Landbau: Fallbeispiel Wasserschutzgebiet am Niederrhein

M. BERG, G. HAAS und U. KÖPKE

## Abstract

Nitrate leaching under woodland, cut grassland and arable land was investigated (see also HAAS et al. 1999 this volume). Measurements of nitrogen budgets and nitrate content of the unsaturated zone (soil sampling and suction cups) were performed in field trials on a clayey loam and a loamy sand. Results show that concerning N content of the percolate and the amount of leached N there was only little improvement by conversion of conventional practice to integrated farming. On the other hand organic farming reduced leaching losses of nitrogen by more than 50 per cent and in that way below critical values. Hence, organic farming is considered to be a sustainable land use pattern for the water catchment area and the whole region and able to avoid conversion of intensively used arable land to grassland.

## Einleitung

Für eine grundwasserschonende Landnutzung wird zunehmend der Organische oder Ökologische Landbau als mögliche Alternative zur herkömmlichen konventionellen Landbewirtschaftung vorgeschlagen. In dem konkreten Fall der zukünftigen Nutzung zweier Wasserschutzzonen II im Eigentum der Städtischen Werke Krefeld (Kreis Neuss, Niederrhein) wurden Optionen der Stilllegung in Form von Grünland oder Aufforstung sowie der Integrierte und der Organische Landbau diskutiert. Hintergrund ist das hoch belastete oberflächennahe Grundwasser der Projektregion mit sich zum Teil erschöpfendem Potential zum Nitrat-abbau (DOC), das gravierende Änderungen der bisherigen Landnutzung erfordert, um ein weiteres Ansteigen der Nitratgehalte zu verhindern bzw. eine Sanierung zu ermöglichen.

Ob sich durch eine gewässerschutzorientierte ackerbauliche Nutzung Stille-

gungen vermeiden lassen, sollte in einem Vergleich des Integrierten und des Organischen Landbaus in Referenz zur ortsüblichen Praxis des Konventionellen Landbaus geprüft werden. Ausschnitte der vielgestaltigen Anbausysteme wurden in faktoriellen Feldversuchen abgebildet, um zu interpretationsicheren Ergebnissen zu gelangen. Im folgenden werden Ergebnisse des im Zeitraum 1993 bis 1997 durchgeführten Forschungsvorhabens dargestellt (HAAS et al. 1998, vgl. auch HAAS et al. 1999, im Tagungsband).

## Material und Methoden

**STANDORT:** Ausgewählt wurden zwei hinsichtlich ihrer Austragsgefährdung für Nitrat deutlich unterschiedliche Standorte: Standort Rheinfähre, lehmiger Sand mit Sand im Unterboden,  $nFK_{we} = 90$  mm sowie Standort Werthhof, toniger Lehm mit schluffigem Ton im Unterboden,  $nFK_{we} = 200$  mm. Hinsichtlich der Bodenart stellten die Standorte Extreme im Projektgebiet dar.

**KLIMA und WITTERUNG:** Die Jahresdurchschnittstemperatur im Projektgebiet im Süden des Niederrheinischen Tieflandes beträgt  $10,1^{\circ}\text{C}$  bei einer jährlichen Niederschlagsmenge von 767 mm. Im Berichtszeitraum waren die Winterhalbjahre 1993/94 und 1994/95 verglichen mit dem langjährigen Mittel (352 mm) überdurchschnittlich niederschlagsreich (+148 mm bzw. +167 mm). Die Niederschlagsmenge des Winterhalbjahres 1995/96 war mit 195 mm deutlich geringer als das langjährige Mittel.

**DEFINITION DER VARIANTEN:** Ausgehend von den standörtlichen Voraussetzungen und der ortsüblichen Bewirtschaftung wurden ganze Betriebe definiert (Viehbesatz: 1GV/ha), von denen Teile des Ackerbaus im Feldversuch abgebildet wurden. Die **Variante 'Kon-**

**ventionell'** orientierte sich an der Wirtschaftsweise eines Landwirts vor Ort, dessen Produktionsverfahren repräsentativ dargestellt wurden. Die Vorgaben für die **Variante 'Integriert'** erstellten das Ingenieurbüro 'GEOLOG', Brühl und die Landwirtschaftskammer Rheinland, wodurch die Umsetzung neuester Erkenntnisse aus Wissenschaft und Beratung gewährleistet war. Die Bewirtschaftung der **Variante 'Organischer Landbau'** erfolgte gemäß den Richtlinien der AGÖL und der EU-Verordnung EWG Nr. 2092/91 in Anlehnung an Versuchsergebnisse und Erfahrungen auf dem Versuchsbetrieb 'Wiesengut' des Instituts für Organischen Landbau.

Angepaßt an die Gegebenheiten der beiden Standorte wurden sechsfeldrige Fruchtfolgen aufgestellt. Im Projektzeitraum wurden auf dem Standort Werthhof (tL) die Kulturen Klee gras - Zuckerrüben - Winterweizen - Ackerbohnen (Organisch) und Wintergerste - Zuckerrüben - Winterweizen (Integriert und Konventionell) bzw. auf dem Standort Rheinfähre (IS) die Kulturen Klee gras - Kartoffeln - Winterroggen - Körnererbsen (Organisch) und Wintergerste - Kartoffeln - Winterroggen (Integriert und Konventionell) untersucht. Der Einstieg in die Fruchtfolge erfolgte versetzt, so daß je Anbausystem und Jahr drei Früchte gleichzeitig angebaut wurden. Diese Vorgehensweise ermöglichte nicht nur den Systemvergleich auf der Ebene gleicher Kulturen, sondern auch auf Fruchtfolgeebene über mehrere Jahre.

**BEWIRTSCHAFTUNG und UNTERSUCHUNGSMETHODEN:** Je Standort wurde ein faktorieller Feldversuch als Spaltanlage angelegt. Die Bewirtschaftung erfolgte aufgrund der Parzellengröße (je  $45 \text{ m}^2$ ) mit Versuchsmaschinen, bzw. mit einem Kleinschlepper. Die Variante 'Konventionell' unterschied sich von der integriert bewirtschafteten Va-

**Autoren:** Dipl.-Ing. agr. Martin BERG, Dr. Guido HAAS und Prof. Dr. Ulrich KÖPKE, Institut für Organischen Landbau, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Katzenburgweg 3, D-53110 BONN

riante neben dem Pflanzenschutz hauptsächlich durch die Nicht-Berücksichtigung der Frühjahrs- $N_{\min}$ -Werte bei der Bemessung der N-Düngung. Der konventionelle Getreidebau wurde als Reaktion auf sinkende Getreidepreise eher extensiv durchgeführt.

Pflanzenentwicklung und Ertrag wurden mit üblichen pflanzenbaulichen Methoden erfaßt. Während der Sickerwasserperiode wurde Sickerwasser in drei Bodentiefen mit keramischen Saugkerzen diskontinuierlich entnommen und der Nitratgehalt bestimmt. Die zur Berechnung der Sickerwassermenge notwendigen Parameter wurden in einer Referenzparzelle je Standort zeitlich hoch aufgelöst ermittelt (TDR-Sonden, Tensiometer, automatische Wetterstation). Daneben erfolgten ganzjährig  $N_{\min}$ -Untersuchungen bis zu 1,50 m Bodentiefe.

## Ergebnisse und Diskussion

Das Ertragsniveau am Standort Werthof war in allen Systemen höher als am Standort Rheinfähre, an dem auch die für leichte Böden typischen stärkeren Ertragsschwankungen auftraten. Bei den Hackfrüchten unterschieden sich die **Erträge** zwischen den Systemen nur geringfügig. Bedingt durch die vergleichsweise extensive konventionelle Bewirtschaftung wurden beim Wintergetreide in der Variante 'Integriert' durchschnittlich um etwa 6% höhere Erträge erzielt. Am Standort Werthof betrug der Ertragsunterschied des Weizens der Variante 'Organisch' gegenüber 'Integriert' -35%, während der Ertragsunterschied

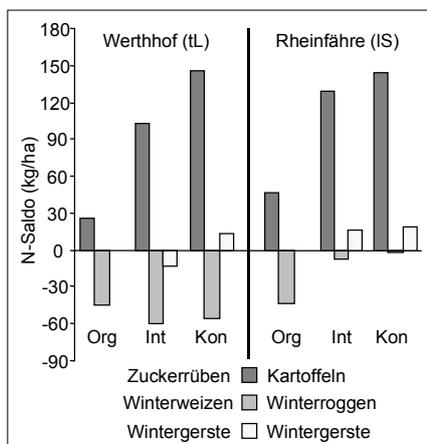


Abbildung 1: N-Kulturbilanzsalden vergleichbarer Fruchtfolgeabschnitte der Varianten Organisch, Integriert und Konventionell

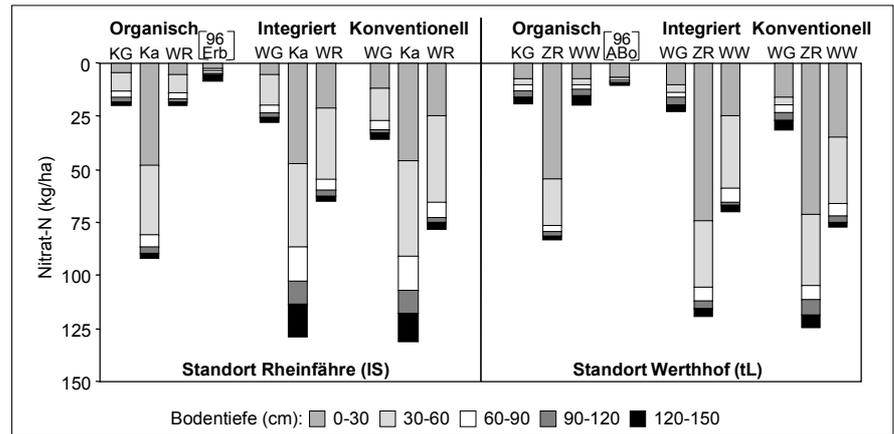


Abbildung 2: Nitrat-N-Gehalte des Bodens nach dem Anbau der jeweiligen Kulturen (Nov. 95), Legende: KG: Rotkleegras, Ka: Kartoffeln, WR: Winterroggen, Erb: Körnererbsen; ZR: Zuckerrüben, ABo: Ackerbohnen, WW: Winterweizen, Körnerleguminosen im System Organisch nur 1996 angebaut

des Winterroggens am Standort Rheinfähre mit etwa -55% wesentlich höher ausfiel.

Die nachfolgenden **Stickstoff-Flächenbilanzen** wurden für vergleichbare Fruchtfolgeglieder errechnet. Für die nur in der Variante 'Organisch' angebauten Leguminosen wurde eine ausgeglichene N-Flächenbilanz vorausgesetzt (Abbildung 1). Durch Integrierte Bewirtschaftung wurde der Stickstoffüberschuß der Fruchtfolge Zuckerrüben - Winterweizen - Wintergerste auf dem schweren Boden des Standorts Werthof gegenüber 'Konventionell' von +34 kg/ha auf +10 kg/ha reduziert. Auf dem austragsgefährdeten Standort Rheinfähre wurden in der Variante 'Integriert' nur geringfügig höhere Entzüge in der Fruchtfolge Kartoffeln - Winterroggen - Wintergerste bei etwa gleicher Düngungshöhe erzielt, so daß sich ein höherer positiver Saldo von +46 kg N/ha (Integriert) gegenüber +54 kg N/ha (Konventionell) ergab. Der N-Saldo der Felderfolge Zuckerrüben - Winterweizen - Ackerbohnen war mit -7 kg N/ha am Standort Werthof in der Variante 'Organisch' negativ, in der Felderfolge Kartoffeln - Winterroggen - Körnererbsen am Standort Rheinfähre mit +1 kg N/ha leicht positiv.

Der **Nitrataustrag** wird nachfolgend anhand der Ergebnisse der  $N_{\min}$ -Herbstbeprobung sowie der Nitratkonzentration im Saugkerzenwasser diskutiert. In der Sickerwasserperiode 1995/96 ermöglichte die Versuchsanlage den Vergleich mehrerer Fruchtfolgefelder (Abbildung

2). Im Herbst 1995 waren die Nitrat-N-Gehalte bis zu einer Bodentiefe von 90 cm in der Variante 'Organisch' auf dem leichten Boden des Standorts Rheinfähre im Vergleich zu den Varianten 'Integriert' bzw. 'Konventionell' mit durchschnittlich 40 kg/ha um 20 bzw. 30 kg/ha niedriger. Auf dem schweren Boden (Standort Werthof) ergab sich die gleiche Rangfolge der Varianten: 35 kg/ha Nitrat-N in der Variante 'Organisch' gegenüber 65 kg/ha bzw. 69 kg/ha in den Varianten 'Integriert' und 'Konventionell'. Bei Einbeziehung der 1995 nicht angebauten Körnerleguminosen vergrößert sich die Differenz der Variante 'Organisch' zu den übrigen Varianten weiter. Die Anwendung effizienter Vermeidungsstrategien des Nitrataustrags (Ölrettich-Zwischenfrucht aus Untersaat nach Ackerbohnen, Winterweizen nach Körnererbsen mit Frühjahrsumbruch zu Sommerweizen) führte zu niedrigen Herbst- $N_{\min}$ -Gehalten des Bodens (< 10 kg/ha), die der vielfach geäußerten Forderung eines Verbots des Leguminosenanbaus in Wasserschutzgebieten entgegenstehen.

In **Abbildung 3** werden die **Nitratkonzentrationen im Saugkerzenwasser** der Sickerwasserperiode 1996/97 nach den in allen Systemen angebauten Früchten Winterweizen (Werthof) und Winterroggen (Rheinfähre) dargestellt. Am Standort Werthof blieb in der Variante 'Organisch' nach Winterweizen die Konzentration an Nitrat-N während der gesamten Sickerwasserperiode geringer als 10 mg/l. Wesentlich höhere Konzentrationen bis nahezu 40 mg/l Nitrat-N wur-

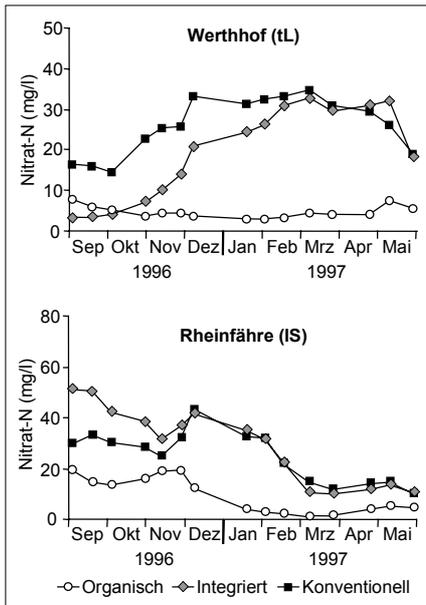


Abbildung 3: Nitrat-N-Gehalt im Bodenwasser in 135 cm Tiefe nach Winterweizen (Werthhof) und Winterroggen (Rheinfähre)

den in den Varianten 'Integriert' und 'Konventionell' gemessen. Die durch die wendende Bodenbearbeitung angeregte N-Mineralisierung überstieg im Herbst die N-Aufnahme der Nachfrucht Wintergerste deutlich, während die nach Stoppelbearbeitung angesäte Klee-graszwischenfrucht der Variante 'Organisch' den freigesetzten Stickstoff offensichtlich aufnehmen konnte. Auch nach Winterroggen erwies sich die organische Bewirtschaftung als vorteilhaft. Während der Anstieg der Nitratkonzentration der Varianten 'Integriert' und 'Konventionell' im November auf die N-Mineralisierung durch den Umbruch zu Wintergerste hinweist, sank die Konzentration in der Variante 'Organisch' unter der Klee-graszwischenfrucht bis zum Umbruch im März bis an die Nachweisgrenze. Das vergleichsweise hohe Niveau der Nitratkonzentration zu Beprobungsbeginn (Sep. 1996) deutet darauf hin, daß der Winterroggen nicht in der Lage war, das im Frühjahr 1996 nach Kartoffeln in diese Bodentiefe verlagerte Nitrat vollständig aufzunehmen.

Betrachtet man den letztlich entscheidenden **Nitratgehalt im Sickerwasser**,

zeigen sich die in den Stickstoffbilanzen und den Bodenbeprobungen festgestellten Systemunterschiede (Tabelle 1). Im System 'Organisch' traten im Vergleich durchweg die geringsten Nitratgehalte auf. Auf dem schwerem Boden wurde dabei der Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 50 mg/l der Felderfolge Zuckerrüben - Winterweizen - Ackerbohnen um mehr als die Hälfte unterschritten, während er in den Systemen 'Integriert' und 'Konventionell' erreicht wurde. Am Standort Rheinfähre wurden für die Varianten 'Integriert' und 'Konventionell' mit mehr als 140 mg/l sehr hohe Nitratgehalte ermittelt. Im System 'Organisch' führte v.a. der Austrag nach Kartoffeln zur Überschreitung des Grenzwertes um 15 mg/l im Durchschnitt der untersuchten Feldfrüchte. Die sehr hohen Nitratkonzentrationen nach Kartoffeln bedürfen allerdings in allen Systemen angepaßter Minderungsstrategien.

### Schlußfolgerungen

Die aus den Untersuchungen der Praxisflächen abgeleitete hohe Belastung des Grundwassers mit Nitrat verursacht durch die **Konventionelle Bewirtschaftung** wurde in den Feldversuchen insbesondere auf dem leichten Boden des Standortes Rheinfähre bestätigt. Der **Integrierte Landbau** vermochte gegen-

Tabelle 1: Durchschnittliche Nitratkonzentration (mg/l) im Sickerwasser nach dem Anbau der jeweiligen Kulturen (Organisch - Körnerleguminosen, Integriert/Konventionell - Wintergerste)

	Organisch	Integriert	Konventionell
<b>Werthhof (tL)</b>			
Zuckerrüben	32	39	37
Winterweizen	19	93	122
Ackerbohnen/Wintergerste	3	24	19
Mittelwert	21	48	53
<b>Rheinfähre (IS)</b>			
Kartoffeln	93	158	168
Winterroggen	41	152	122
Körnererbsen/Wintergerste	17	95	119
Mittelwert	65	142	145

über der Konventionellen Bewirtschaftung den Nitrataustrag nicht hinreichend zu mindern. Zwar konnten die N-Überschüsse der Flächenbilanzen durch Anrechnung der organischen Düngung und gezielten Pflanzenschutz leicht reduziert werden, doch war die Absenkung der Nitratkonzentration in Boden und Sickerwasser marginal. Es genügte offensichtlich nicht, durch effizientere Düngungs- und Pflanzenschutzstrategien eine höhere N-Ausnutzung und damit eine Verringerung des Nitrataustrags anzustreben.

**Organischer Landbau** führte bei allen Untersuchungsparametern zu einer deutlichen Verringerung der Nitratausträge. Dieser Sachverhalt konnte sowohl auf der Ebene der verglichenen Kulturen als auch bei der Betrachtung der Fruchtfolge festgestellt werden. Die im Vergleich zur konventionellen Bewirtschaftung erreichbare Minderung der Nitratkonzentration im Sickerwasser um mehr als die Hälfte ermöglicht die nachhaltige Bewirtschaftung der Projektregion unterhalb des Grenzwertes der Trinkwasserverordnung durch Organischen Landbau. Um leichte Böden wie am Standort Rheinfähre organisch bewirtschaften zu können, müssen Minderungsstrategien des Nitrataustrags konsequent angewendet und weiterentwickelt werden. Zur Sicherung des Grundwassers müssen Ackerflächen demzufolge nicht in Grünland umgewandelt werden, wie es bei einer Bewirtschaftung durch Integrierten Landbau anteilig notwendig wäre.

### Literatur

HAAS, G., M. BERG und U. KÖPKE 1998: Grundwasserschonende Landnutzung - Vergleich der Ackernutzungsformen Konventioneller, Integrierter und Organischer Landbau - Vergleich der Landnutzungsformen Ackerbau, Grünland (Wiese) und Forst (Aufforstung). Verlag Dr. Köster, Berlin.

HAAS, G., M. BERG und U. KÖPKE 1999: Wiese oder Forst statt Ackerbau in Wasserschutzgebieten? Im Tagungsband.

Dieses Projekt wurde dankenswerter Weise wesentlich durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück finanziert.

